



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Maísa Menezes Leal Alves

SITUAÇÃO DO MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO DE BURITIS – RONDÔNIA

Brasília – DF

2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Estudante: Maísa Menezes Leal Alves

Matrícula: 11/0063635

Orientador: Prof. Eraldo A. T. Matricardi

Projeto de pesquisa apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília, dezembro de 2016.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTA

**Situação do Mosaico de Unidades de Conservação na região de Buritis –
Rondônia.**

Estudante: Maísa Menezes Leal Alves

Matrícula: 11/0063635


Menção: SS

Aprovada pela banca examinadora:



Prof. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi – EFL/UnB

Orientador



Prof. Ricardo de Oliveira Gaspar – EFL/UnB

Examinador



Fabricia Menez Motta (MSc)

Examinadora

Brasília – DF, 09 de dezembro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Eraldo Matricardi pela oportunidade de realizar esse trabalho, por toda sua paciência, dedicação, transmissão de conhecimento, bom humor e principalmente pela presença durante todo esse processo.

A todos os colegas, amigos e companheiros de turma que fizeram parte dessa caminhada durante todos esses anos. Em especial às amigas de começo de curso Renata Diniz e Gabriela Segedi, e aqueles que se juntaram mais tarde Amanda Andrade, Amanda Monteiro, Ana Beatriz, Camille Tolentino, Gabriela Duarte, Isadora Nunes, Jocemara Viana, Letícia Couto, Larissa Mesquita, Thiago Carneiro e Yolanda Neres por sempre estarem presentes nas horas difíceis, sempre apoiarem e incentivarem (principalmente com as reuniões de descontração).

Aos meus pais Percília e Paulo Sérgio por sempre acreditarem no meu potencial e incentivarem a alcançar meus objetivos. Amo vocês.

À Paola, por sempre me ouvir, aconselhar e me dar suporte nos momentos em que mais queria desistir. Por cada palavra e por ter estado comigo todos os dias, principalmente naqueles de mal humor.

E finalmente agradeço a Deus por ter guiado meu caminho e ter permitido que eu concluísse mais essa etapa da vida com sucesso.

A todos os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

O histórico de ocupação de Rondônia está associado a políticas públicas que promoveram vários projetos de assentamentos de colonização de terras para agricultura a partir da década de 70. Como consequência da colonização no Estado, o fluxo migratório aumentou rapidamente entre os anos 70 e 90, com uma rápida mudança na paisagem, originalmente composta por florestas nativas, convertidas em pastagens e áreas agrícolas. Para conter o avanço do desmatamento, os governos federal e estadual criaram várias unidades de conservação em todo o território de Rondônia. Tais unidades tiveram um papel relevante nas primeiras décadas pós-criação, mas na atualidade várias Unidades de Conservação estão sob grande pressão antrópica em busca de terras, minérios e madeiras. O objetivo desse estudo foi de avaliar a situação do desmatamento no mosaico de Unidades de Conservação situado na região de Buritis, Rondônia, considerada uma região de fronteira agrícola, com altos índices de desmatamento a partir dos anos 2000. Para isso, utilizou-se dados de desmatamento disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), produzidos pelo Projeto de Monitoramento do Desflorestamento da Amazônia Legal (PRODES), para os anos de 2013 e 2015. Com base nos resultados deste estudo, estimou-se uma acurácia global de 95% para o mapeamento de áreas de floresta e desmatadas na região de estudo. O desmatamento dentro das UC e entorno variou de 6,1 a 5.140,5 km² no ano de 2013 e entre 18,1 a 5.501,9 km² em 2015. A Área de Proteção Ambiental (APA) / Floresta Estadual de Rendimento Sustentável (FERS) Rio Pardo apresentou o maior valor de desmatamento em relação às outras Unidades de Conservação, com 789,6 km² de área desmatada em 2013 e 910,9 km² em 2015, representando respectivamente 54,7% e 63,1% da área total. Os resultados permitiram concluir que os dados do PRODES apresentam boa acurácia, que a APA/FERS está sob ampla pressão antrópica na região de estudo, com potencial de expandir para o interior de outras UC na região, como é o caso do Parque Estadual de Guajará-Mirim e a Reserva Extrativistas do Jaci-Paraná. Medidas de controle das invasões são urgentes e necessárias para evitar o avanço do desmatamento nas UC da área de estudo.

Palavras-chave: Desmatamento, Unidades de Conservação, Mudanças de uso e cobertura da terra, Rondônia.

ABSTRACT

The history of occupation of Rondônia is associated with public policies that promoted many projects of land settlement to agriculture from the 70's. As consequence of the colonization in the state, the migratory flow grow accelerated between the 70's and 90's causing a quick change in landscape originally composed of nature forest in to pastures and agriculture areas. To contain the advance of deforestation the federal and state governments create some conservation unites in all territory of Rondônia. That unites have played a relevant role in the first decades post creation but currently many of the units are over large anthropogenic pressure in search of lands, ore and wood. The object of this study was to evaluate the situation of the deforestation in the mosaic of conservation units located in the region of Buritis, Rondônia, considered a region of agriculture frontier with high indexes of deforestation from the 2000. For that was used dataset of deforestation available by the National Institute of Spatial Research (INPE) produced by the Monitoring of Deforestation of Anazonia Project (PRODES) by the years of 2013 and 2015. In base of the results of this study, it was estimated a global accuracy of 95% for the mapping of forested and deforested areas in the region of study. The deforestation within conservation areas and surrounding varied between 6.1 and 5,149.5 km² in 2013 and between 18.1 and 5,501.9 km² in 2015. The APA/FERS Pardo River showed the highest deforestation value in relation to the others Conservation Units with 789.6 km² of deforested area in 2013 and 910.9 km² in 2015 representing respectively 54.7% and 63.1% of the total area. The results allowed concluding that the dataset of the PRODES showed great accuracy, that the APA/FERS is under wide anthropogenic pressure in the region of study with the potential of expand to the interior of others units in the region as the case of the Estadual Park of Guajará-Mirim and the Extractive Reserve of Jaci-Paraná. Invasion control measures are urgent and necessary to avoid the advance of deforestation in the Conservation Units of the study areas.

Key words: Deforestation, Protected areas, Land use and land cover changes, Rondônia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. PROBLEMAS DA PESQUISA	10
2.1 Questões da Pesquisa.....	11
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivos Gerais	11
3.2 Objetivos Específicos	11
4. JUSTIFICATIVA.....	11
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
5.1 Amazônia e Desmatamento	12
5.1.1 Floresta Amazônica	12
5.1.2 Desmatamento	14
5.1.3 Incêndios Florestais.....	15
5.1.4 Histórico de Ocupação de Rondônia	15
5.2 Unidades de Conservação	16
5.2.1 Sistema Nacional de Unidades de Conservação.....	16
5.2.2 Áreas Protegidas do estado de Rondônia	17
5.3 Sensoriamento Remoto	18
5.4 Ferramentas de Acompanhamento da Amazônia Legal.....	19
5.4.1 PRODES	19
5.4.2 Sistema DETER.....	20
5.4.3 Sistema DEGRAD	21
5.4.4 TerraClass	21
6. METODOLOGIA	22
6.1 Área de Estudo	22
6.2 Base de Dados	24
6.3 Metodologia de Estudo	26
6.3.1 Avaliação da acurácia dos dados do Projeto PRODES.....	26
6.3.2 Estimativa do desmatamento na área de estudo.....	30
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
7.1 Acurácia da Validação	31
7.2 Avaliação do Desmatamento na área de estudo	31
8. CONCLUSÕES.....	37
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do mosaico das áreas protegidas (Flona Bom Futuro, APA/FERS Rio Pardo, RESEX Jaci-Paraná e Parque Estadual Guajará-Mirim) e da Zona Tampão de 20 km em relação aos municípios do Estado de Rondônia.	23
Figura 2: Representação dos dados de classificação do Projeto PRODES-INPE para o Estado de Rondônia no ano de 2013.	27
Figura 3: Localização das Imagens de alta resolução do Satélite RapidEye utilizadas na validação dos dados do PRODES-INPE em relação às Unidades de Conservação e da Zona Tampão das áreas estudadas.	28
Figura 4: Distribuição das amostras de validação da classificação dos dados do PRODES-INPE em relação às imagens de alta resolução utilizadas.	29
Figura 5: Área de estudo envolvendo o mosaico de áreas protegidas (Parque Estadual de Guajará-Mirim, Reserva Extrativista do rio Jaci-Paraná, Floresta Nacional do Bom Futuro e Área de Proteção Ambiental/Floresta Estadual do Rio Pardo) e a zona de 20 km em seu entorno na região de Burity, no Estado de Rondônia e a classificação do uso e cobertura da terra feito pelo Projeto PRODES-INPE em 2013 (a) e 2015 (b).	32
Figura 6: Porcentagens classes de Floresta e Desmatamento observadas entre os anos de 2013 e 2015 no mosaico de áreas protegidas e na zona de 20km de seu entorno.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Unidades de conservação, tipos de uso e categorias de manejo segundo a Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000, do SNUC.	17
Tabela 2: Fontes, escalas e resoluções das bases de dados utilizadas.	26
Tabela 3: Matriz de classificação para validação dos dados de classes de uso do solo.	31
Tabela 4: Áreas em quilômetros quadrados (km ²) e porcentagem de cada classe de uso do solo do ano de 2013 em relação às Unidades de Conservação estudadas ..	32
Tabela 5: Áreas em quilômetros quadrados (km ²) e porcentagem de cada classe de uso do solo do ano de 2015 em relação às Unidades de Conservação estudadas ..	34

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais desempenham um papel fundamental no controle biológico e climático do planeta. Estas florestas compõem um dos mais ricos biomas em termos de plantas e diversidade animal (GENTRY, 1988). O conforto climático que ainda é apreciado na terra pode ser atribuído em grande parte aos organismos que têm capacidade de realizar fotossíntese (NOBRE, 2014). Nobre ainda afirma que a América do Sul é um dos continentes mais privilegiados por suas florestas megabiodiversas, como a Floresta Amazônica e aponta esta como um dos fatores principais para a manutenção do clima ameno e agradável que se é percebido.

Por outro lado, o desmatamento de florestas tropicais avança em altas taxas anuais. Entre 2000 e 2016, uma média de 6,2 mil quilômetros quadrados de floresta foram desmatados a cada ano na Amazônia brasileira. No estado de Rondônia, o desmatamento atingiu uma média de 864 quilômetros quadrados também entre 2000 e 2016, sendo que em 2016 o desmatamento aumentou acima desta média para 1.394 quilômetros quadrados. França e Ferreira (2005) observaram que o desmatamento, além de impactos em pequenas e médias escalas, causa danos em escala global, podendo contribuir para mudanças climáticas local, regional e mundial.

Neste contexto, as Unidades de Conservação (UC) desempenham um papel relevante para conservação das florestas tropicais remanescentes. Além disso, as UC proporcionam às populações tradicionais o uso sustentável dos recursos naturais e ainda propiciam às comunidades do entorno o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis (MMA, 2016). Apesar disso, as UC têm sido alvo de invasores em busca de terra e madeira, causando com isso o desmatamento ilegal dentro de áreas protegidas (PEDLOWSKI et al. 2005).

Segundo o ISA (2016), o desmatamento que atinge o estado de Rondônia nos anos recentes, avança também dentro de várias Unidades de Conservação. Este problema já havia sido observado por Pedlowski et al. (2005), quando alertaram sobre a possibilidade da descaracterização da Floresta Nacional (Flona) do Bom Futuro. A Flona do Bom Futuro teve seu tamanho reduzido e seus limites alterados pela Lei Federal n. 12.249 de 11 de junho de 2010, justificado pela situação de

ocupação e descaracterização das áreas de florestas dentro de seus limites territoriais que foram desmatadas até a data de promulgação desta Lei.

Assim, o presente trabalho busca analisar o estado de conservação do mosaico de Unidades de Conservação em Rondônia situado na região do município de Buritis, entre 2013 e 2015. O mosaico de UC previsto neste estudo inclui a Floresta Nacional do Bom Futuro, o Parque Estadual de Guajará-Mirim, a Reserva Extrativista de Jaci-Paraná, a Floresta Estadual do Rio Pardo e a Área de Proteção Ambiental do Rio Pardo. Esta região tem apresentado as maiores taxas de desmatamento no estado de Rondônia nos últimos anos, incluindo o registro de invasões de unidades de conservação, especialmente após a finalização da construção, em 2014, do trecho da BR-421 que atravessa o Parque Estadual de Guajará-Mirim.

2. PROBLEMAS DA PESQUISA

Segundo o INPE (2016) uma média de 993 quilômetros quadrados foram desmatados anualmente em Rondônia entre 2013 e 2016, em uma tendência crescente em 2015 e 2016. O desmatamento naquele Estado tem se concentrado em regiões de fronteira do desmatamento, como é o caso da região de Buritis. Nessas regiões de fronteira é comum o desmatamento e a extração ilegal de madeiras em terras privadas e no interior de Unidades de Conservação. As ocorrências dessas ilegalidades dentro de áreas protegidas em Rondônia foram observadas e alertadas por Pedlowski et al. (1999), Pedlowski et al. (2005) e Piontekowski et al. (2014). A situação pode ter se agravado após a construção em 2014 de um trecho de ligação da BR-421 situado dentro do Parque Estadual de Guajará-Mirim. A construção deste trecho final desta estrada foi justificado pelos problemas de acesso aos municípios de Guajará-Mirim e Nova Mamoré, causados pela enchente do Rio Madeira naquele ano (CRUZ, 2014). A relação entre abertura de estrada e desmatamento na Amazônia é conhecida desde a abertura da BR-230, a Transamazônica, inaugurada na década de 1970. Pesquisas utilizaram dados de sensoriamento remoto e observaram que para cada quilômetro de estrada oficial aberta, existem cerca de três quilômetros de estradas clandestinas, e ainda apontam que 95% do desmatamento se dá no raio de cinco quilômetros de distância das estradas ou a um quilômetro de rios navegáveis (CHRISTOPHER, et al., 2014).

Dessa forma, a abertura do trecho final de ligação da BR-421 construída dentro do Parque Estadual de Guajará-Mirim é alvo de estudo e uma possível causa do aumento do desmatamento na área do Parque e nas demais Unidades de Conservação localizadas no seu entorno.

2.1 Questões da Pesquisa

Diante do problema exposto acima, as questões que nortearam esta pesquisa foram: Qual a dinâmica do desmatamento a partir de 2013 no mosaico de Unidades de Conservação (Reserva Extrativista Jaci-Paraná, Parque Estadual de Guajará-Mirim e Floresta Nacional Bom Futuro) situadas na região do município de Buritis, atravessada pela BR-421? Existe alguma ameaça ambiental eminente neste mosaico de UC?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais

Este trabalho objetiva avaliar a situação de desmatamento a partir de 2013 no mosaico de Unidades de Conservação localizado na região do município de Buritis – Rondônia, mais especificamente, no Parque Estadual de Guajará-Mirim, na Reserva Extrativista Jaci-Paraná e na Floresta Nacional Bom Futuro, como consequência da construção do trecho final da BR-421.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar os efeitos no desmatamento do mosaico de Unidades de Conservação situado na região de Buritis após construção do trecho final da BR-421 em 2013;
- Analisar o desmatamento no entorno das UC após a criação de estradas;
- Identificar ameaças ambientais futuras no mosaico de UC em estudo.

4. JUSTIFICATIVA

O desmatamento e as queimadas na Amazônia fizeram com que o Brasil entrasse para a lista dos principais países responsáveis pelo aumento da emissão de gases do efeito estufa, ocupando o 4º lugar. As preocupações com o desmatamento voltaram à tona quando, após três anos de sucessivas quedas, os valores voltaram a aumentar no segundo semestre de 2007 (GTA, 2008).

A maior parte das derrubadas na Amazônia brasileira se encontra no Mato Grosso e no Pará, porém em julho de 2007 o desmatamento no estado de Rondônia chegou a quase 9 milhões de hectares, o que representa aproximadamente 38% da área do estado (GTA, 2008). Desde 1986 já eram relatados que o desmatamento em Rondônia vinha crescendo em ritmos mais acelerados que o aumento da população no local, podendo assim dizer que o fator que tem contribuído para esse aumento é a elevação do índice de desmatamento por habitante (FEARNSIDE, 1987).

O estabelecimento de unidades de conservação não é um fato recente na Amazônia brasileira, tendo em vista que as primeiras foram criadas nos anos de 1959 e 1961 objetivando diminuir os efeitos da rápida migração populacional. Apesar desses esforços governamentais para garantir a proteção de áreas importantes, existem estudos que mostram controvérsias nas informações disponibilizadas - como sobreposições de dados de terras indígenas com unidades de conservação (PEDLOWSKI et al., 1999).

A construção de estradas está intimamente ligada à taxa de migração, e essa ligação forma um círculo retroalimentado de forma que o aumento da população numa determinada localidade justifica a construção de novas e melhores estradas. Dessa forma o papel de criação de estradas seria um ponto chave no processo de frear o aumento do desmatamento (FEARNSIDE, 1990).

Portanto, os efeitos ambientais da construção do trecho final da BR-421, passando dentro do Parque Estadual de Guajará-Mirim, ligando a BR-425 a BR-364, facilitando o acesso e o escoamento da produção na região, devem ser devidamente investigados. Os impactos da efetivação desta estrada podem ter impactos severos dentro das áreas protegidas, já que esta é uma região que, segundo o INPE (2016), apresentou altas taxas de desmatamentos na última década em Rondônia.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Amazônia e Desmatamento

5.1.1 Floresta Amazônica

A Floresta Amazônica é considerada um mosaico de vegetação amplo e com grau de importância muito elevado não apenas em âmbito nacional, mas também internacionalmente. Pires (1972) aponta que existem cerca de 9 tipos principais de

vegetação na Amazônia, sendo que as chamadas Matas de Terras Firmes ocupam cerca de 90% da região. No Brasil ela corresponde aos estados do Acre, Amapá, Amazonas e Paraná, e parte dos territórios do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins e possui um total de 4,1 milhões de km². A Amazônia Legal possui uma área de aproximadamente 5 milhões de km² e inclui todos os estados da região norte e do Mato Grosso, e alguns municípios do estado do Maranhão, o que equivale a cerca de 59% do território brasileiro (IBGE, 2016).

Nobre (2014) relata que a América do Sul é um continente privilegiado pela presença da Floresta Amazônica, que faz com que o clima nessa região seja o mais favorável quando comparado com qualquer outro. Ele ainda relata que nos últimos 500 anos as florestas em geral vêm sendo aniquiladas e que a presença da Floresta Amazônica faz com que efeitos de aumento da temperatura e mudanças drásticas no clima sejam tamponadas. Em 1991 Carlos Nobre liderou um estudo para simular o que aconteceria caso a vegetação da Amazônia fosse completamente devastada, e os resultados encontrados foram de aumento na temperatura média de superfície em aproximadamente 2,5°C, diminuição da evapotranspiração, da precipitação e do escoamento superficial, e ainda o aumento do período de seca na metade da bacia amazônica (NOBRE, 2014).

O processo de desmatamento na Amazônia tem como principais causas o processo de ocupação do território brasileiro que começou há quase 500 anos, processo esse que já levou à perda de quase 93% da Mata Atlântica. O desmatamento pode também ser correlacionado com as questões econômicas do Brasil, fato que pode ser evidenciado quando se compara as curvas de evolução do PIB, onde a taxa de desmatamento apresenta relação positiva com a alta da economia. Porém essa correlação está deixando de existir na atualidade (ALENCAR et al, 2004).

Outras causas de desmatamento na Amazônia são atividades como a pecuária, a agricultura familiar e a recente agricultura mecanizada, e dentre elas a substituição de vegetação nativa por pastagem têm sido a pior e uma das principais formas de "desmatamento ilegal", contribuindo com um total de 75% das florestas desmatadas na região (ALENCAR, et al, 2004).

5.1.2 Desmatamento

A derrubada de florestas causa grandes impactos no planeta como o aumento da temperatura, o aumento de gases de efeito estufa na atmosfera e agravando o aquecimento global. Somente na Amazônia o desmatamento liberou durante a última década 200 milhões de toneladas de carbono por ano (TC.ano^{-1}) e em termos de percentual essa liberação foi de 3% do total global (HOUGHTON, 2005).

As questões mais urgentes em termos de conservação e uso de recursos naturais na Amazônia vêm relacionadas a perdas em grande escala das funções que esta floresta proporciona. Perdas essas em função do desmatamento ligado às políticas de desenvolvimento na região tais como crescimento das cidades, aumento da pecuária bovina, exploração madeireira e agricultura (FEARNSIDE 2003; ALENCAR et al., 2004; LAURANCE et al., 2001). As atividades econômicas causadoras de desmatamento na Amazônia Legal têm cada vez mais aumentado, tendo atingido a marca de 29.059 km² no ano de 1995 (INPE, 2004).

A área acumulada de desmatamento atingiu a marca de 653 mil km² em 2003, o que corresponde a 16,3% da área total da Amazônia Legal. Porém esse desmatamento não é distribuído de forma homogênea, mas sim concentrado no chamado Arco do Desmatamento, cujos limites se estendem do sudeste do estado do Maranhão, ao norte do Tocantins, sul do Pará, norte do Mato Grosso, Rondônia, sul do Amazonas e sudeste do estado do Acre (FERREIRA et al., 2005).

A constante retirada de vegetação para implantação de pastagens ou agricultura causam um grande empobrecimento de espécies, o que segundo Montinho (1995) ocasionaria uma "savanização" de boa parte da região amazônica. Os impactos do desmatamento diminuem drasticamente os potenciais que uma floresta como essa pode proporcionar ao ser humano, como extração e exportação de produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

Em 2004 foi lançado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia Legal (PPCDAM) como resposta governamental às crescentes taxas de desmatamento. Seu principal objetivo era de promover a redução dessas taxas por meio de um conjunto de ações integradas de ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle ambiental e fomento às atividades produtivas sustentáveis (Fundo Amazônia, 2016).

5.1.3 Incêndios Florestais

O corte de madeira aumenta consideravelmente o risco da floresta ao fogo, e quando o fogo entra na floresta ele aumenta a carga de combustível e seca o sub-bosque, elevando o risco de futuras queimadas. A atividade de extração seletiva agrava ainda mais esse processo tendo em vista que o foco para extração são árvores maiores e mais altas, e ao retirá-las muitas árvores menores acabam sendo mortas. Dessa forma pequenas clareiras são abertas, facilitando a entrada de sol e vento no solo da floresta o que ocasiona um ressecamento do microclima naquele local (FEARNSIDE, 2005).

O fogo se espalha inicialmente pelo sub-bosque, queimando a base das árvores e como os indivíduos da Floresta Amazônica não são adaptadas ao fogo, a mortalidade ocasionada pela primeira queimada fornece materiais suficientes para queimadas subsequentes muito maiores e mais desastrosas (COCHRANE, 2003). Com a ocorrência de queimadas frequentes é possível observar as áreas desmatadas em imagens via satélite e analisar a situação dessas áreas.

Estima-se que mais da metade da Amazônia estará desmatada ou degradada em decorrência da exploração de madeira e do fogo. Se o cenário se mantiver dessa forma, cerca de 16 milhões de toneladas de carbono poderão ser lançadas na atmosfera até 2050 (SOARES et al., 2006).

5.1.4 Histórico de Ocupação de Rondônia

Os primeiros assentamentos de populações vindas de outras partes do país aconteceram durante dois ciclos da borracha, o primeiro no século 19 e o segundo durante a Segunda Guerra Mundial. O episódio de ocupação mais recente está ligado a empréstimos vindos de órgãos multilaterais de desenvolvimento, mais especificamente o Banco Mundial, que desde 1970 vinha recebendo ofertas do governo federal para financiar a pavimentação da BR-364 (PEDLOWSKI et al., 1999).

No início de 1980, o financiamento foi aprovado e uma ocupação descontrolada foi iniciada, o que deu início a uma corrida por terra que resultou num aumento da população em 1970 de 111.064 habitantes para 593.094 habitantes em 1980. Essa rápida ocupação teve dois resultados principais, primeiro a chegada massiva de migrantes e a sucessiva abertura de estradas ocasionando um rápido

desflorestamento. Dados da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia estimou um total de desflorestamento de 56.112 km² em 1998 (SEDAM, 1998). E segundo que a maioria das estradas construídas cruzou ou margeou unidades de conservação/terras indígenas (PEDLOWSKI et al., 1999).

5.2 Unidades de Conservação

5.2.1 Sistema Nacional de Unidades de Conservação

A conservação da biodiversidade é um conjunto de práticas que tem a intenção de proteger a diversidade biológica visando à manutenção da diversidade genética, dos processos ecológicos e dos sistemas vitais essenciais (IUCN, 1984).

A Constituição Federal (CF) de 1988 assegura a todos, em seu artigo 225 sobre meio ambiente, um "meio ambiente ecologicamente equilibrado" e impõe ao poder público o dever de defendê-lo e preservá-lo. Dessa forma, o poder público deve criar áreas protegidas e garantir que elas contribuam para que o art. 225 da CF seja cumprido. Para isso foi criada a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação.

Segundo esta lei, existem dois tipos de Unidades de Conservação: UC de Proteção Integral que busca manter os ecossistemas livres de alterações causadas pela interferência humana, e é composta pelas classes de Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. E UC de Uso Sustentável, que visam permitir a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos e é composta pelas classes de Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Tabela 1: Unidades de conservação, tipos de uso e categorias de manejo segundo a Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000, do SNUC.

Unidade de Conservação	Tipos de uso	Categoria de manejo
Proteção Integral	Permitido apenas o uso indireto dos recursos, aqueles que não envolvem consumo, coleta de dados ou danos aos recursos naturais (turismo ecológico, pesquisa científica, educação ambiental)	Estação Ecológica (ESEC) Reserva biológica (REBIO) Parque Nacional (PARNA) e Estadual (PAQE) Monumento Natural (MONA) Refúgio da Vida Silvestre (RVS) Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)
Uso Sustentável	Visa conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Coleta e uso dos recursos são permitidos desde que a perenidade dos recursos seja preservada	Floresta Nacional (FLONA) Reserva de Fauna (REFAU) Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Reserva Extrativista (RESEX) Área de Proteção Ambiental (APA) Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)

O Programa ARPAS (Áreas Protegidas da Amazônia) é um programa do governo Federal com o intuito de expandir, consolidar e manter uma parte do SNUC no Bioma Amazônia. Ele protege pelo menos 50 milhões de hectares e promove o desenvolvimento sustentável da região, identifica áreas prioritárias para manutenção da diversidade ecológica, promove consolidação de unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável (articuladas com o mosaico de áreas protegidas), desenvolve estratégias de sustentabilidade financeiras em longo prazo nas UC, avalia a efetividade das áreas protegidas e monitora a conservação da diversidade biológica (MMA, 2016).

5.2.2 Áreas Protegidas do estado de Rondônia

O projeto PLANAFLORO (Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia), financiado pelo Banco Mundial em 1987, foi elaborado com objetivo de mitigar os efeitos causados pela rápida ocupação de Rondônia nos anos anteriores. Um dos principais pré-requisitos por parte do Banco era a criação do Zoneamento

Socioeconômico-Ecológico de Rondônia, que foi instituído pela primeira vez no Estado em 1988 por Decreto governamental. Com isso, o Estado foi dividido em 6 zonas diferentes com o objetivo de assegurar uma utilização controlada dos recursos naturais existentes (PEDLOWSKI et al., 1999). Os objetivos do PLANAFLORO eram principalmente garantir a conservação da biodiversidade e proteger os limites das unidades de conservação e reservas indígenas presentes em Rondônia.

Rondônia vem ocupando posições de destaque em discussões sobre a Amazônia desde o início dos anos 70 quando o governo federal iniciou diversos projetos de colonização na região. Porém, Fearnside e Ferreira (1984) caracterizaram como uma farsa a criação de unidades de conservação no início dos anos 80 no estado de Rondônia devido as construções de estradas próximo aos limites das mesmas.

Dois fatores que geraram uma barreira na criação de novas áreas foram a demora na transferência dos direitos de propriedade do governo federal para o estadual, devido à falta de acordo entre o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e o Instituto de Terras de Rondônia (ITERON), e um grande desentendimento entre o INCRA e o PLANAFLORO na criação de novos projetos de assentamentos em áreas designadas para criação de unidades de conservação (PEDLOWSKI et al., 1999).

5.3 Sensoriamento Remoto

Historicamente, esse termo foi criado para designar o desenvolvimento dessa nova tecnologia de instrumentos capaz de obter imagens da superfície terrestre a distâncias remotas. Pode ser definido como *"uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto"*. O elo de comunicação entre o objeto e o sensor é a radiação eletromagnética, que é a única forma de energia capaz de se transportar no espaço. A técnica de sensoriamento remoto não se restringe apenas à utilização de imagens de satélites, as fotografias aéreas que vêm sendo utilizadas no acompanhamento da Terra também são exemplos de sensores remotos (MENESES et al, 2012).

O sensoriamento remoto é considerado uma ferramenta poderosa para ajudar a entender a dinâmica do desflorestamento e do uso da terra, assim como seus impactos ecológicos e sociais, pelo fato dessa tecnologia permitir obter dados de áreas muito extensas em intervalos de tempo regulares (FRANÇA e FERREIRA, 2005). A facilidade de obtenção de dados aliado ao baixo custo de utilização dessa ferramenta quando comparada aos outros métodos (como levantamento de campo) faz com que a utilização do sensoriamento remoto seja uma ferramenta de muita importância.

5.4 Ferramentas de Acompanhamento da Amazônia Legal

5.4.1 PRODES

O projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES) realiza o monitoramento por satélite do desmatamento, e produz desde 1988 taxas anuais de desmatamento na região. As taxas de desmatamento são estimadas a partir dos incrementos de desmatamento identificados em cada imagem que recobrem a área, e é levado em consideração apenas o desmatamento por corte raso - aquele que corresponde à retirada total da vegetação (INPE, 2013). Nesse projeto são utilizadas imagens provenientes do satélite Landsat com resolução espacial entre 20 e 30 metros e taxa de revisita de 16 dias. Dessa forma, garante a diminuição de erros através da análise das imagens com a menor presença de nuvens (INPE, 2013), sendo considerado o maior programa de acompanhamento de florestas do mundo por cobrir uma área de 4 milhões de km² todo ano (AEB, 2013).

O PRODES faz parte do Grupo Permanente de Trabalho Interministerial para redução dos índices de desmatamento da Amazônia Legal, criado por decreto presidencial de 3 de julho de 2005 (INPE, 2016). Durante o período de 1988 a 2004 a detecção das áreas desmatadas era realizada de forma visual de aproximadamente 220 imagens do satélite Landsat 5 TM, coloridas, impressas em papel fotográfico em escala de 1:250.000. Os polígonos gerados eram digitalizados no Sistema de Informação Geográficas do INPE, esse período ficou conhecido como “PRODES Analógico” (INPE, 2013).

Entre 2003 e 2005, o INPE passou a utilizar processos de interpretação via classificação digital diretamente na tela do computador. A partir de então, todo

processamento de imagens de satélite desde o georeferenciamento, classificação, edição e confecção do mapa final são realizados pelo SPRING, sistema desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do INPE.

Essa mudança deu origem ao “PRODES Digital” com objetivo de diferenciar da antiga forma de classificação. Em 2005 passou a utilizar o TerraAmazon como base tecnológica (INPE,2013) e deste modo os dados passaram a ficar armazenados em um lugar de fácil acesso. O INPE, através do PRODES, possui dados disponibilizados em formato vetorial (*shapefiles*) e matricial (GeoTIFF), e é capaz de identificar apenas desmatamentos realizados por corte raso cujas áreas são superiores a 6,25 ha (INPE, 2013).

Para iniciar o mapeamento do desmatamento de um determinado ano, o mapa do ano anterior é utilizado como um marco de referência contendo todos os polígonos de Desflorestamento, Floresta, Não-floresta, Hidrografia, Resíduos e Nuvens, a fim de eliminar a possibilidade de que desmatamentos anteriores sejam detectados, mapeados e contabilizados novamente. A interpretação de áreas de corte raso é realizada de acordo com três elementos principais da fotointerpretação: tonalidade (magenta/avermelhado), textura (forma regular, textura lisa e limites bem definidos) e contexto (INPE, 2013).

Para realizar o cálculo da taxa de desmatamento é necessário inicialmente determinar o período da estação seca, que para essa região foi determinado como sendo 1º de agosto, pois a maioria das imagens apresenta estação seca entre os meses de julho e setembro, fazendo com que os erros de classificação sejam diminuídos (INPE, 2013).

5.4.2 Sistema DETER

O Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real é um projeto do INPE/MTC com apoio do IBAMA e do MMA que utiliza sensores de alta frequência de observação para reduzir as limitações da cobertura de nuvens. Esses sensores são o MODIS a bordo do satélite TERRA e AQUA (NASA) com resolução espacial de 250 metros e frequência de cobertura do Brasil de 3 a 5 dias, e o sensor WFI a bordo do CBERS-2 com resolução espacial de 260 metros e frequência de cobertura de 5 dias (INPE, 2008).

Apesar da resolução dos sensores utilizados é possível identificar áreas com desmatamento superior a 25 hectares. Essa deficiência na resolução das imagens é compensada pela maior frequência de observação, o que permite ao DETER fornecer aos órgãos de controle ambiental informações periódicas mais atualizadas (INPE, 2008).

O objetivo do DETER é fornecer indicadores para a fiscalização, assim relatórios quinzenais são produzidos e enviados ao IBAMA e às secretarias de Meio Ambiente dos estados da Amazônia Legal para que esses possam planejar suas ações de campo e operações de combate ao desmatamento ilegal (INPE, 2008).

5.4.3 Sistema DEGRAD

Projeto desenvolvido pelo INPE em função das indicações do crescimento da degradação florestal da Amazônia, obtidas a partir dos dados do Sistema DETER, destinado a mapear as áreas em processo de desmatamento onde a cobertura vegetal não foi ainda totalmente retirada (INPE, 2013).

Utilizando imagens dos satélites Landsat e CBERS têm como objetivo mapear anualmente as áreas de floresta degradada e com tendência a ser convertida em corte raso (retirada de 100% da vegetação). Possui a capacidade de mapear áreas desmatadas mínimas de 6,25 ha. O processo de identificação dessas áreas é realizado através da aplicação de realce de contraste nas imagens de modo a destacar as áreas com maiores evidências de degradação (INPE, 2013).

O sistema mapeou áreas degradadas na floresta Amazônica através da avaliação das 220 imagens do Landsat processadas, e a partir desses dados observou-se uma variação de degradação no estado de Rondônia com mínima de 232 km² em 2009 a máxima de 2.745 km² em 2011 (INPE, 2013).

5.4.4 TerraClass

O projeto TerraClass tem por objetivo qualificar o desflorestamento da Amazônia Legal tendo por base as áreas mapeadas e publicadas pelo PRODES, fazendo avaliação da dinâmica de uso e ocupação das áreas (INPE, 2010). Para entender a dinâmica de uso e cobertura da Amazônia Legal Brasileira, já foram mapeados os anos de 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014 permitindo a análise de uma

década, servindo de base para implantação do Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal- PPCDAM (INPE, 2016).

O TerraClass apresenta 12 categorias de classificação de uso da terra que são Área Urbana, Agricultura Anual, Pasto Limpo, Pasto Sujo, Pasto com Solo Exposto, Revegetação com Pasto, Regeneração com Pasto, Vegetação Secundária, Reflorestamento, Mineração, Mosaico de Ocupações e Outros (EMBRAPA, INPE, 2013). Os dados são disponibilizados no site do INPE para download dividido em suas órbitas-ponto do satélite Landsat/TM, no Sistema de Projeção Lat/Long e Sistema Geodésico de referência SAD 69 (INPE, 2016).

6. METODOLOGIA

6.1 Área de Estudo

A área do presente estudo foi o mosaico de unidades de conservação e 20 quilômetros em seu entorno, situado na região de Buritis-Rondônia, sendo que as Unidades de Conservação estão alocadas nos municípios de Buritis, Guajará-Mirim, Nova Mamoré e Porto Velho. Estes municípios apresentam respectivamente áreas de 3.247 km², 24.831 km², 10.107 km² e 34.043 km².

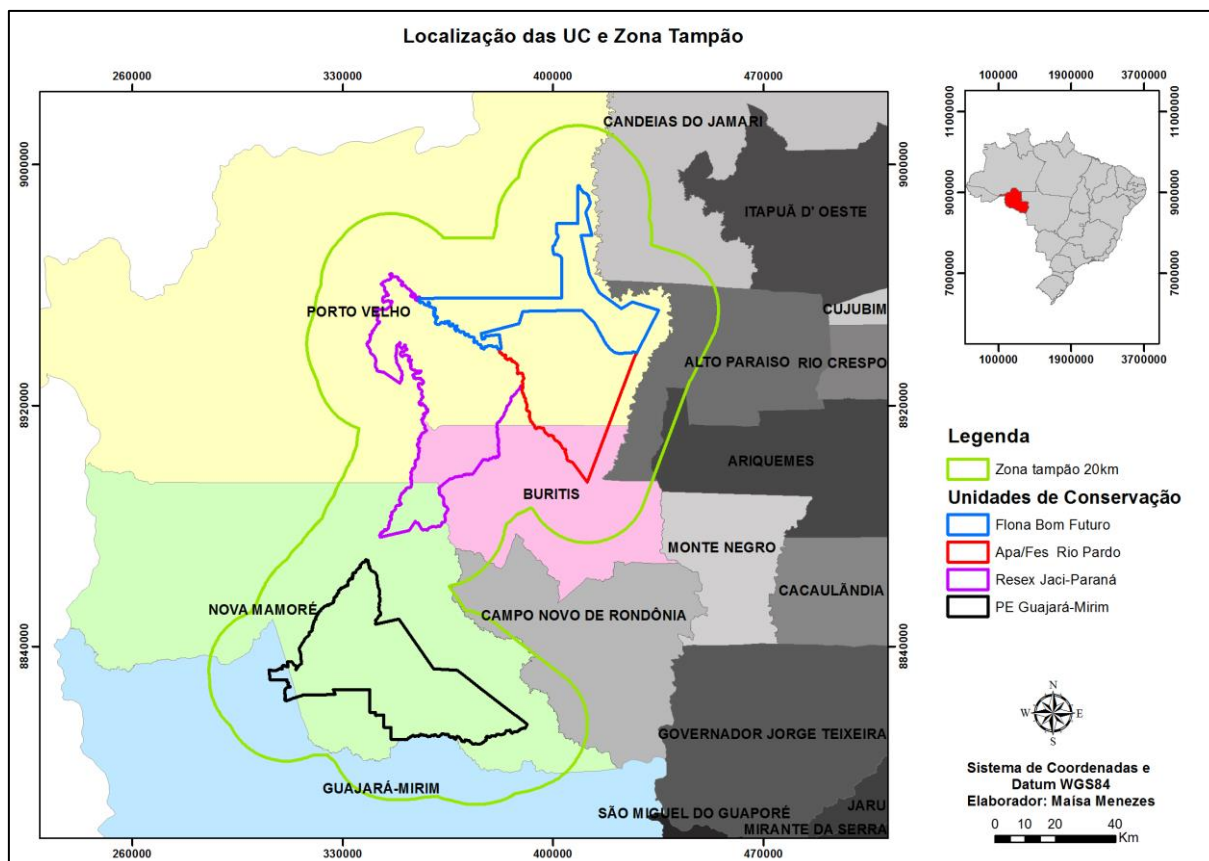


Figura 1: Localização do mosaico das áreas protegidas (Flona Bom Futuro, APA/FERS Rio Pardo, RESEX Jaci-Paraná e Parque Estadual Guajará-Mirim) e da Zona Tampão de 20 km em relação aos municípios do Estado de Rondônia.

Dentro do mosaico de Unidades de Conservação definido neste estudo, estão inseridos o Parque Estadual de Guajará-Mirim, a Reserva Extrativistas do rio Jaci-Paraná, a Floresta Nacional do Bom Futuro e a Área de Proteção Ambiental/Floresta Estadual de Rendimento Sustentável do rio Pardo. A caracterização destas UC é apresentada a seguir.

Floresta Nacional Bom Futuro, criada por meio do Decreto nº 96.188, de 21 de junho de 1988, com uma área inicial de 2.800 km². Após muitos embates políticos, ela teve seus limites reduzidos pela Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010, passando a ter aproximadamente 994,89 km² (NOVAIS, 2013). Sua vegetação predominante é de Floresta Ombrófila Aberta Submontana e Floresta Ombrófila Densa Submontana, e alguns outros tipos menos participativos. Ela está situada no divisor de água da microbacia do Rio Candeias do Jamari e Rio Branco e é composta basicamente por latossolo vermelho amarelo. As principais espécies encontradas e extraídas dessa RESEX são *Tabebuia* (Ipê), *Cerasus* (Cerejeira),

Hymenaea courbaril (Jatobá), *Cedrus* (Cedro), *Peltophorum dubium* (Faveira), *Aspidosperma polyneuron* (Peroba), entre outras. (MMA, 2016).

Área de Proteção Ambiental (APA) / Floresta Estadual de Rendimento Sustentável Rio Pardo (FERS), criada em 2010 através da Lei Complementar nº 581, de 30 de junho de 2010 com 1.444,2 km². Essas duas áreas foram criadas inicialmente no interior da área da FLONA Bom Futuro, porém após a separação os limites da APA e da FERS não foram definidos sendo assim elas são avaliadas como uma unidade só (ISA, 2016).

Reserva Extrativista Jaci-Paraná, localizada na parte nordeste do estado de Rondônia, criada com uma área de 1.996 km². Os relevos mais presentes são o planalto rebaixado da Amazônia Ocidental e a depressão interplanáltica da Amazônia Meridional, com altitudes variando de 100 a 250 metros. É composta em sua maioria por latossolos vermelho-amarelo e solos litólicos (ISA, 2016). Apesar de ela ter sido revogada pelo decreto nº 506, de 11 de fevereiro de 2014, o Ministério Público do estado em abril do mesmo ano concedeu uma liminar suspendendo esse decreto, e em maio de 2016 foi confirmada a procedência da RESEX (ISA, 2016).

Parque Estadual de Guajará-Mirim, situado na parte centro-oeste do estado de Rondônia, que abrange em sua maioria os afluentes da bacia do Rio Jaci-Paraná. Criado pelo Decreto nº 4.575, de 23 de março de 1990, inicialmente com 2.588,13 km². Em 2012 sofreu uma alteração dos limites do parque por meio da Lei nº 1.146, de 12 de dezembro de 2012, que excluiu 49,06 km² da ponta ao norte da área com objetivo de dar passagem à rodovia federal BR-421 denominada Ariquemes-Nova Mamoré que foi aberta inicialmente de forma ilegal por madeireiros e fazendeiros. Ao criar essa estrada, cortou-se o parque de leste a oeste e o corredor ecológico Guaporé-Mamoré foi segmentado. Os relevos mais significativos nessa área são o planalto residual do Guaporé e a depressão interplanáltica da Amazônia Meridional. Segundo o Instituto Socioambiental (ISA) as classes de solos predominantes são o podzólico vermelho-amarelo, afloramentos rochosos, areias quartzosas e solos litólicos.

6.2 Base de Dados

Os limites das Unidades de Conservação foram obtidos no sítio da internet da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM) de Rondônia em

formato vetorial (*shapefile*). Os dados de desmatamento e uso e cobertura do solo dos anos de 2013 e 2015 foram obtidos do Projeto PRODES do Instituto Nacional de Pesquisas (INPE).

Durante o período de 1988 a 2004, a detecção das áreas desmatadas era realizada de forma visual de aproximadamente 220 imagens do satélite Landsat 5 TM, coloridas, impressas em papel fotográfico em escala de 1:250.000. Os polígonos gerados eram digitalizados no Sistema de Informação Geográficas do INPE, esse período ficou conhecido como “PRODES Analógico” (INPE, 2013).

Entre 2003 e 2005, o INPE passou a utilizar processos de interpretação via classificação digital diretamente na tela do computador. A partir de então, todo processamento de imagens de satélite desde o georeferenciamento, classificação, edição e confecção do mapa final são realizados pelo SPRING, sistema desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do INPE.

Essa mudança deu origem ao “PRODES Digital” com objetivo de diferenciar da antiga forma de classificação. Em 2005 passou a utilizar o TerraAmazon como base tecnológica (INPE, 2013) e deste modo os dados passaram a ficar armazenados em um lugar de fácil acesso. O INPE, através do PRODES, possui dados disponibilizados em formato vetorial (*shapefiles*) e matricial (GeoTIFF), e é capaz de identificar apenas desmatamentos realizados por corte raso cujas áreas são superiores a 6,25 ha (INPE, 2013).

O PRODES utiliza 6 classes para realizar sua classificação, que são “Floresta” (formações florestais de Floresta Amazônica), “Desflorestamento” (desmatamento realizado no ano de estudo), “Hidrografia”, “Não floresta” (outros tipos de formações florestais, como Cerrado, Savana, entre outros), “Resíduos” (desmatamento acumulado dos anos anteriores ao estudado) e “Nuvens”.

Também foram utilizadas imagens ortorretificadas do satélite *RapiedEye* para a validação dos dados do desmatamento do Projeto PRODES, sendo duas do ano de 2013 e uma de 2015. Esse satélite possui resolução espacial de 5 metros, resolução radiométrica de 12 bits, resolução temporal de 1 dia e 5 bandas espectrais (azul, verde, vermelho, *rededge* e infravermelho).

As imagens e mapas vetoriais foram trabalhados em sistema de projeção UTM, zona 20S e datum WGS84. Mais detalhes dos dados utilizados neste estudo estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Fontes, escalas e resoluções das bases de dados utilizadas

Dados	Fonte	Escala/Resolução
Limite Unidades de Conservação (formato vetorial)	SEDAM-RO	1:250.000
Desmatamento (formato vetorial)	PRODES-INPE	30 metros
Imagens RapiedEye (formato GEOTIF)	MMA	5 metros

6.3 Metodologia de Estudo

6.3.1 Avaliação da acurácia dos dados do Projeto PRODES

As classes apresentadas pelo PRODES são “Floresta”, “Desflorestamento”, “Não floresta” (outros tipos de vegetação, como Cerrado), “Hidrografia”, “Resíduos” (desmatamentos realizados em outros anos que não o avaliado) e “Nuvens”. Para atender aos objetivos desse estudo os dados de Desflorestamento e Resíduos foram agrupados em uma única classe denominada “Desmatamento” (Figura 2). As áreas de nuvens foram contabilizadas apenas para fins de cálculo das porcentagens, uma vez que essa classe não pode ser considerada como uma classificação de uso do solo.

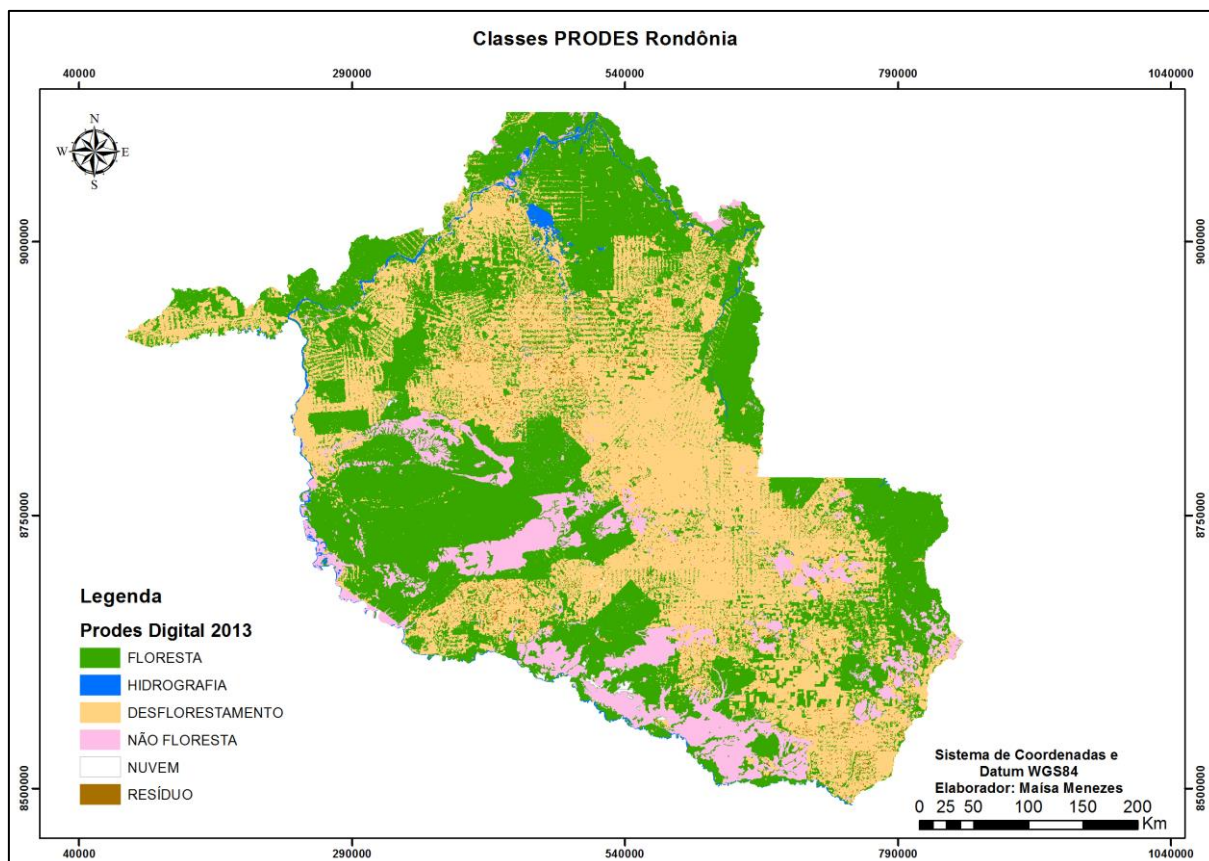


Figura 2: Representação dos dados de classificação do Projeto PRODES-INPE para o Estado de Rondônia no ano de 2013.

A localização das três imagens de alta resolução do satélite *RapiedEye* utilizadas para realizar a validação dos dados do PRODES pode ser observada na Figura 3.

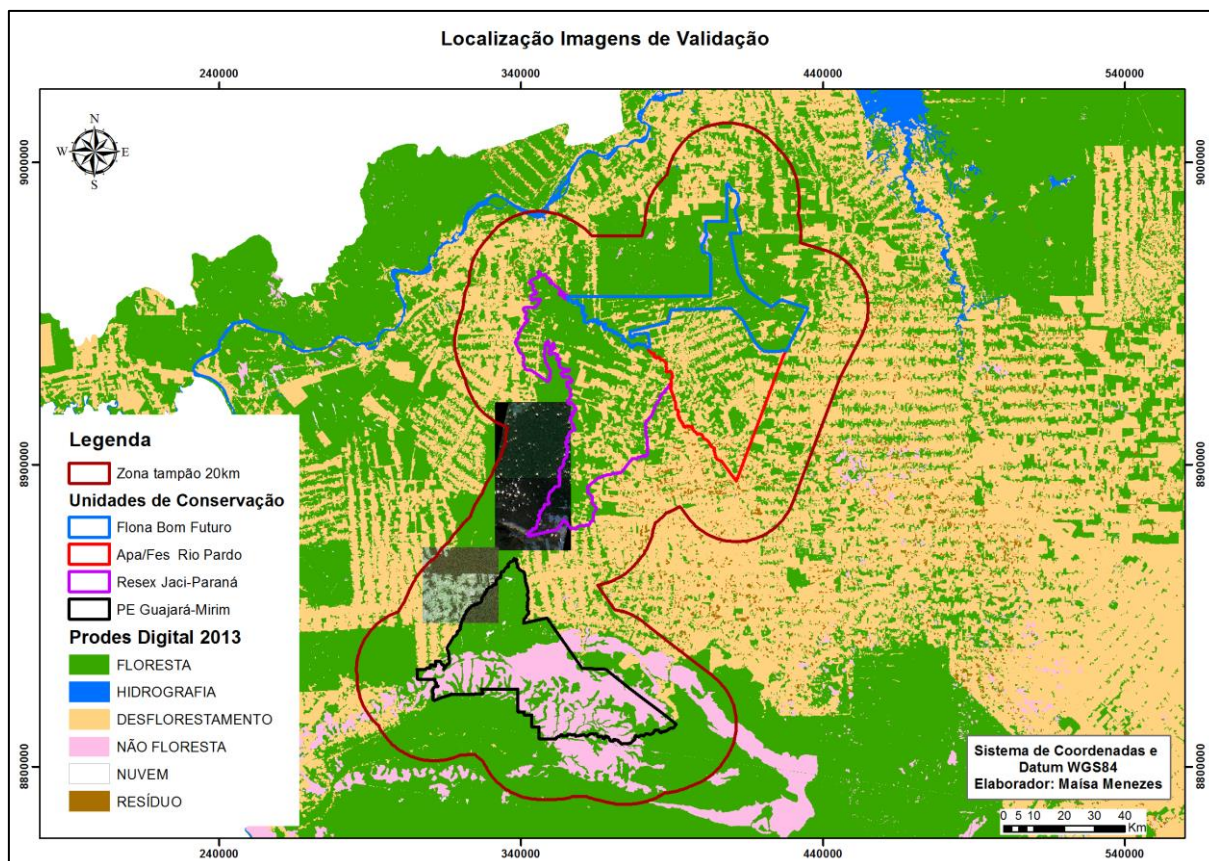


Figura 3: Localização das Imagens de alta resolução do Satélite RapidEye utilizadas na validação dos dados do PRODES-INPE em relação às Unidades de Conservação e da Zona Tampão das áreas estudadas.

Foram alocados 200 pontos de verificação de forma aleatória dentro das 3 imagens utilizando a ferramenta *Create Random Points* do ArcGis®. Em seguida as classes correspondentes a cada ponto foram checadas de forma visual com as imagens de alta resolução através da função *Extract Value to Points*. Os pontos que caíram sobre as imagens de 2013 foram verificados de acordo com a classificação do PRODES de 2013 e os que sobrepuseram a imagem de 2015 foram checados de acordo com os dados de 2015 (Figura 3).

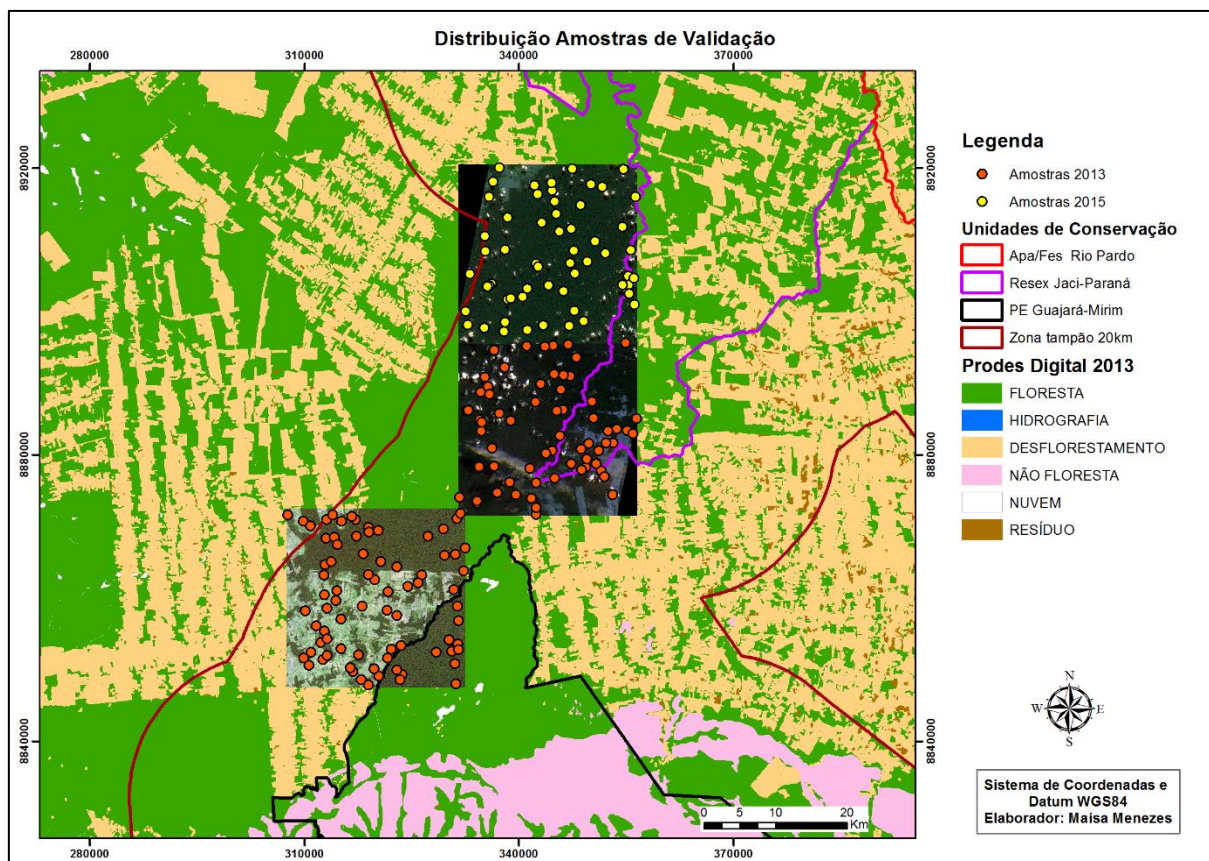


Figura 4: Distribuição das amostras de validação da classificação dos dados do PRODES-INPE em relação às imagens de alta resolução utilizadas.

Após a validação das classes nos 200 pontos foi gerada uma tabela comparativa entre a hipótese a ser verificada (dados do PRODES) e as classes verdadeiras (dados do *RapidEye*). Essa tabela resulta numa Matriz de Classificação (também conhecida como “matriz de confusão”) que determina se o valor previsto corresponde ao valor real. As classes analisadas foram “Desmatamento” e “Floresta”.

A partir da matriz de confusão foi determinada a exatidão global, que avalia a precisão do classificador, calculada da seguinte forma:

$$EG = \frac{NA}{n}$$

onde: EG = exatidão global; NA = número total de acertos; e n = total de pontos amostrados.

Também foram calculadas as acurácias do produtor, que representa a exatidão do programa ao classificar uma determinada classe, e do usuário, similar à do

produtor, porém avalia a exatidão da validação da classificação. Ambas são calculadas da seguinte forma:

onde: $A_{u;p}$ = acurácia do usuário/produtor; N_{Ac} = total de acertos da classe; e n_{cl} = total amostrado da classe.

onde: $A_{u;p}$ = acurácia do usuário/produtor; N_{Ac} = total de acertos da classe; e n_{cl} = total amostrado da classe.

Além dos erros de comissão, que representa o quanto a classificação do programa superestima uma determinada classe, e de omissão que representa a quantidade subestimada de cada classe pela validação. Calculados da seguinte forma:

onde: $E_{cm;om}$ = erro de comissão/omissão; e $A_{u;p}$ = acurácia do usuário/produtor.

onde: $E_{cm;om}$ = erro de comissão/omissão; e $A_{u;p}$ = acurácia do usuário/produtor.

O erro de comissão é relacionado à acurácia do usuário e o de omissão à acurácia do produtor.

6.3.2 Estimativa do desmatamento na área de estudo

Utilizando o Sistema de Informação Geográfico ArcGis® e os mapas vetoriais em formato *shapefile* das Unidades de Conservação deste estudo, foi construída uma zona tampão (*buffer*) de 20 km no entorno destas unidades, definindo assim os limites da área do presente estudo. Na sequência, foi feito um recorte na base de dados do desmatamento do Projeto PRODES-INPE de forma a gerar dados específicos para a área de estudo e, individualmente para cada Unidade de Conservação do estudo e para o entorno destas unidades.

Através da função *Calculate Geometry* foram obtidas as áreas em quilômetros quadrados das classes dos dados do PRODES-INPE dos anos 2013 e 2015 para cada uma das Unidades de Conservação separadamente e para a zona tampão de 20 km. Esses dados foram agrupados por meio do *software* Microsoft Excel do pacote Office 2013® a fim de realizar as devidas comparações de dados e preparação de gráficos e tabelas.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Acurácia da Validação

Os resultados da matriz de classificação (Tabela 3) indicam que os dados da classificação do Projeto PRODES do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais utilizados no presente estudo apresenta acurácia global de 95%. Este é um valor de acurácia considerado muito bom para classificação automática usando dados de sensores remotos.

Tabela 3: Matriz de classificação para validação dos dados de classes de uso do solo.

		Classificação PRODES			Acurácia	Omissão
		Floresta (1)	Desmatamento (2)	Total		
RAPIDEY E	Floresta (1)	148	8	156	0,95	5%
	Desmatamento (2)	2	42	44	0,95	5%
	Total	150	50	200		
	Acurácia	0,99	0,84		0,95	A. Global
	Comissão	1%	16%			

Apesar da elevada exatidão global, a classificação do desmatamento apresenta erros de comissão (superestimação) de 1% para a classe de floresta e 16% para desmatamento. Apresenta também erros de omissão (subestimação) de 5% para as respectivas classes de floresta e de desmatamento.

7.2

7.3 Avaliação do Desmatamento na área de estudo

Apesar da classe de Floresta se apresentar de forma representativa em quase todas as Unidades de Conservação, foi possível observar um aumento do desmatamento proporcional mais forte dentro das Unidades de Conservação do que na Zona Tampão de 20 km do entorno das mesmas. Sendo esse valor muito influenciado pelos dados da APA/FERS do Rio Pardo onde mais da metade de sua área apresentava-se desmatada já no ano de 2013.

A área do Parque Estadual de Guajará-Mirim demonstrou ser composta em mais da metade pela classe de “Não floresta”, o que nesse caso significa que a vegetação mais presente é a de Cerrado. Essa também foi a área que apresentou o

menor percentual de desflorestamento dentre as Unidades de Conservação estudadas tanto no ano de 2013 como em 2015.

A área do entorno das UC apresentou as menores variações de aumento e diminuição das classes de floresta e desflorestamento da área de estudo. Esses fatos podem ser evidenciados na Figura 4 abaixo.

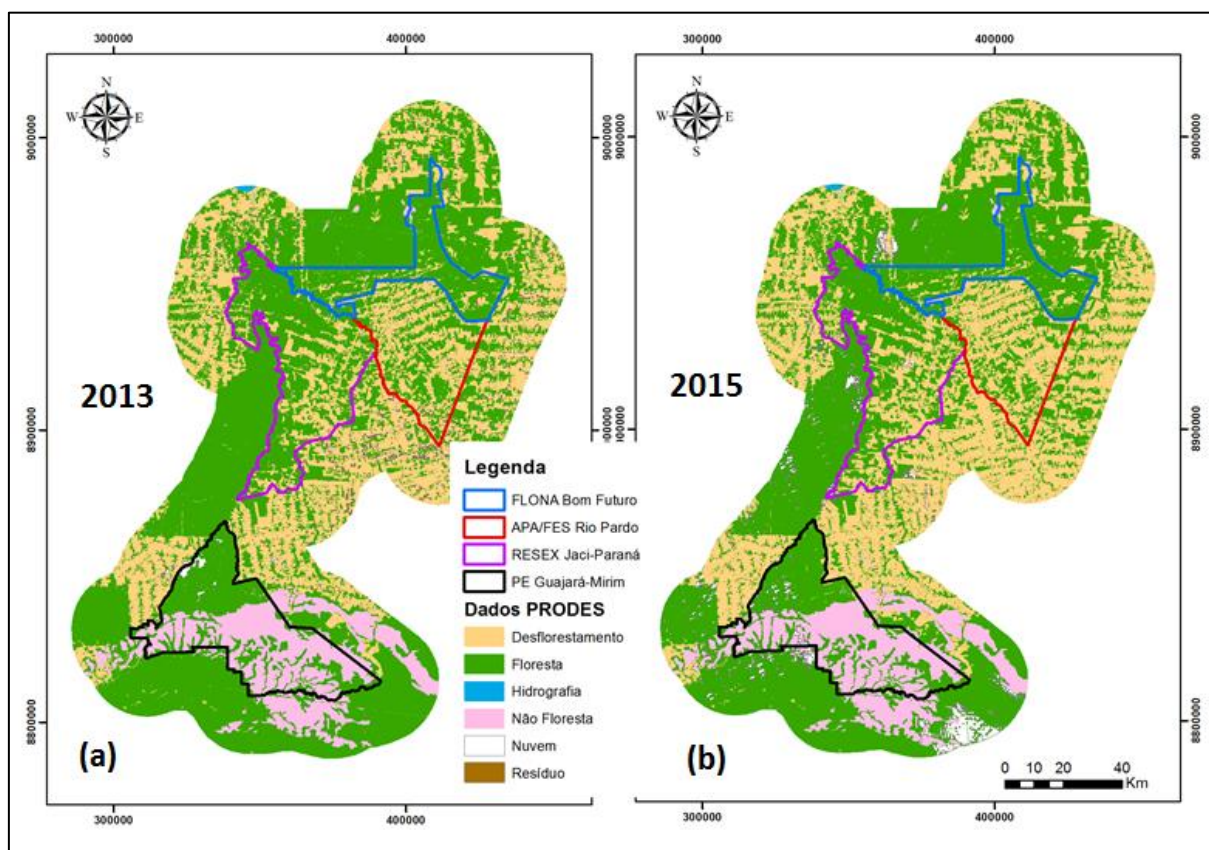


Figura 5: Área de estudo envolvendo o mosaico de áreas protegidas (Parque Estadual de Guajará-Mirim, Reserva Extrativista do rio Jaci-Paraná, Floresta Nacional do Bom Futuro e Área de Proteção Ambiental/Floresta Estadual do Rio Pardo) e a zona de 20 km em seu entorno na região de Buritis, no Estado de Rondônia e a classificação do uso e cobertura da terra feito pelo Projeto PRODES-INPE em 2013 (a) e 2015 (b).

Os dados das áreas das classes de uso do solo em relação a cada unidade de conservação do ano de 2013 estão representados na Tabela 4.

Tabela 4: Áreas em quilômetros quadrados (km²) e porcentagem de cada classe de uso do solo do ano de 2013 em relação às Unidades de Conservação estudadas

2013			
UC	CLASSE	ÁREA (km ²)	PORCENTAGEM
FLONA Bom Futuro	Floresta	854,02	85,8%
	Desmatamento	132,64	13,3%

	Não Floresta	8,35	0,8%
APA/FES Rio Pardo	Floresta	653,04	45,2%
	Desmatamento	789,57	54,7%
	Não Floresta	1,61	0,1%
RESEX Jaci-Paraná	Floresta	1433,92	71,8%
	Desmatamento	562,28	28,2%
Parque Estadual Guajará-Mirim	Floresta	967,82	48,4%
	Desmatamento	6,06	0,3%
	Hidrografia	0,01	0,0003%
	Não Floresta	998,64	49,9%
	Nuvem	30,81	1,5%
Entorno	Floresta	8785,740	59,3%
	Desmatamento	5140,475	34,7%
	Hidrografia	12,120	0,1%
	Não Floresta	868,959	5,9%
	Nuvem	9,210	0,1%

No ano de 2013, a classe de Floresta demonstrou ser mais representativa na maioria das áreas analisadas, com variações de 45% a 86% da área total das Unidades, sendo diferente apenas no Parque Estadual onde a classe de Floresta representou 48% e a de Não Floresta 50% da área total classificada.

Para a classe de Desmatamento os valores mais significativos foram avaliados na APA/FERS do Rio Pardo apresentando 55% da área total, em seguida a área de entorno com 35% desmatado e em terceiro a RESEX Jaci-Paraná com 28% de sua área total desmatada.

As porcentagens de desmatamento já eram temas de discussão na década dos anos 90, onde as taxas de desmatamento se apresentavam maiores do que as taxas de crescimento populacional, podendo assim relacionar essa taxa com processos de latifundiarização (NUNES, 1997). A disseminação do desmatamento em estradas pôde ser observada nos eixos da BR-429, que liga Ji-Paraná a Costa Marques e BR-421, que liga Ariquemes a Guajará-Mirim (NUNES, 1996).

Os dados das áreas das classes de uso do solo em relação a cada unidade de conservação do ano de 2015 estão representados na tabela 5.

Tabela 5: Áreas em quilômetros quadrados (km²) e porcentagem de cada classe de uso do solo do ano de 2015 em relação às Unidades de Conservação estudadas

2015			
UC	CLASSE	ÁREA (km ²)	PORCENTAGEM
FLONA Bom Futuro	Floresta	849,60	85,4%
	Desmatamento	137,07	13,8%
	Não Floresta	8,09	0,8%
	Nuvem	0,13	0,01%
APA/FES Rio Pardo	Floresta	531,70	36,8%
	Desmatamento	910,86	63,1%
	Não Floresta	1,63	0,1%
RESEX Jaci-Paraná	Floresta	1254,68	62,9%
	Desmatamento	724,94	36,3%
	Nuvem	16,41	0,8%
Parque Estadual Guajará-Mirim	Floresta	939,57	47,0%
	Desmatamento	18,08	0,9%
	Hidrografia	0,007	0,0003%
	Não Floresta	999,57	50,0%
	Nuvem	43,12	2,2%
Entorno	Floresta	7992,03	53,9%
	Desmatamento	5501,91	37,1%
	Hidrografia	11,90	0,1%
	Não Floresta	870,20	5,9%
	Nuvem	450,55	3,0%

No ano de 2015, a classe de Floresta permaneceu com a mesma representatividade do ano de 2013. A classe de Desmatamento sofreu um aumento significativo na RESEX Jaci-Paraná de 8,1% e um aumento na APA/FERS do rio Pardo que passou de 54,7% em 2013 para 63,1% em 2015, representando um aumento de 8,4% em apenas dois anos.

A área desmatada dentro da Reserva Extrativista de Jaci-Paraná até 2013 e no período de estudo foi bastante relevante. Esta UC é considerada de uso sustentado, onde é permitido apenas desmatamentos para subsistência das comunidades tradicionais da reserva. Por fim, o Parque Estadual de Guajará-Mirim foi o menos afetado pelo desmatamento ilegal. Entretanto, é preocupante que o desmatamento tenha ocorrido dentro de seu território, pois se trata de uma UC de proteção integral. Tal fato indica que a pressão sobre os recursos naturais na região do Parque Estadual de Guajará-Mirim é uma eminente ameaça a este Parque nos anos

subsequentes e, portanto, precisa ser apropriadamente considerada pelos órgãos responsáveis para evitar piores consequências para sua integridade.

Os dados de hidrografia dentro das unidades de conservação foram subestimados, uma vez que as áreas dos corpos hídricos são muito pequenas, e ao analisar as imagens a refletância dos pixels referentes à água é facilmente confundida com outras classes. A faixa de refletância da água ocupa a faixa de comprimento de onda de 400-900nm, equivalendo à faixa do visível e infravermelho-próximo, quanto mais puro os corpos d'água mais evidentes eles são (POLIDORIO et al., 2004).

Levando-se em consideração as principais classes de interesse nesse trabalho, as variações de aumento e diminuição das porcentagens de Floresta e Desmatamento podem ser observadas na Figura 5.

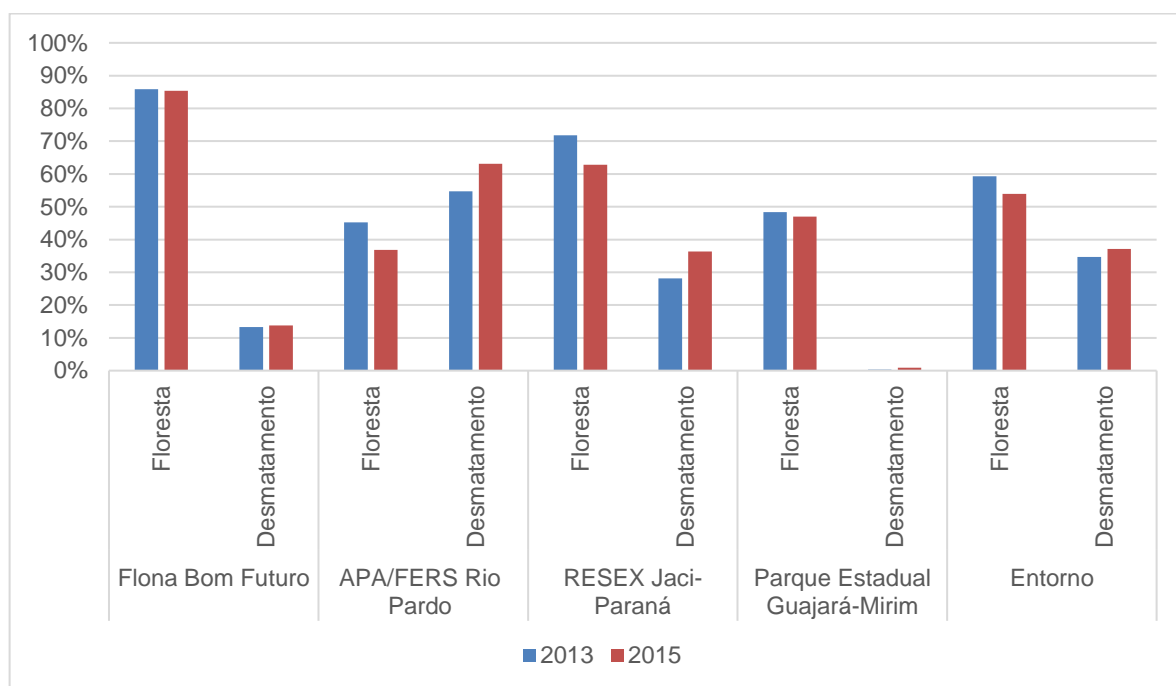


Figura 6: Porcentagens classes de Floresta e Desmatamento observadas entre os anos de 2013 e 2015 no mosaico de áreas protegidas e na zona de 20km de seu entorno.

De modo geral foi possível observar uma diminuição das áreas de florestas em todas as unidades estudadas, sendo esses valores mais representativos na RESEX Jaci-Paraná e na APA/FERS Rio Pardo com diminuições de 9% e 8,4% respectivamente.

Em consequência a essa diminuição das florestas, as áreas de desmatamento aumentaram significativamente, sendo os valores mais representativos ocorrendo na RESEX Jaci-Paraná com 8,1% e na APA/FERS Rio Pardo com 8,4% de aumento.

O município de Porto Velho, onde está situada a maior parte da área da APA/FES, já apresentava números elevados de desmatamento desde ano de 2011, quando passou de 136 km² em 2010 para 323 km² em 2011, representando um aumento de 237%. Esse aumento pode ser relacionado com a instalação de Usinas Hidroelétricas presentes na região desde 2008 (ESCADA et al., 2013).

Foi possível observar nos dados do entorno das unidades de conservação que as áreas de Florestas diminuíram de 59% em 2013 para 54% em 2015, representando 5% de diminuição. A diminuição de floresta deveria estar relacionada com o aumento do desmatamento (que foi de 35% para 37%), essa diferença pode ter sido tamponada pela presença de nuvens nas imagens de 2015 (Figura 7).

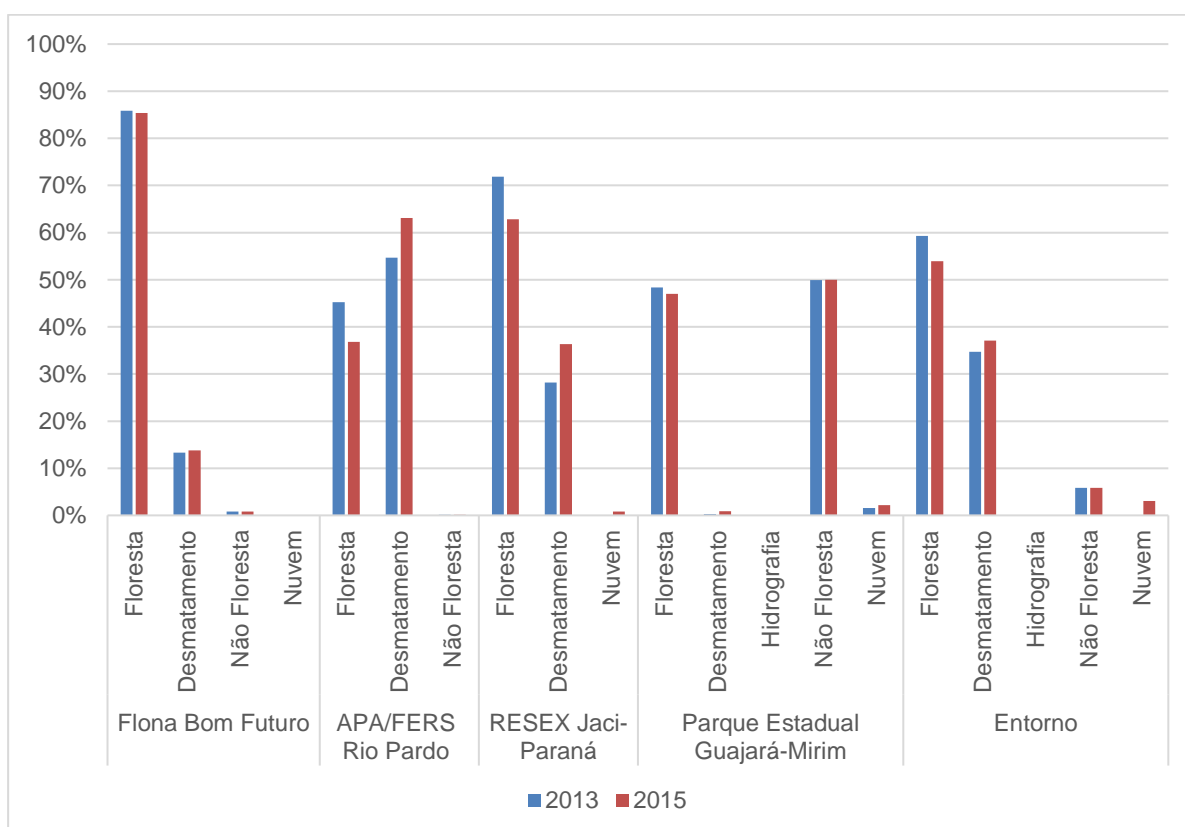


Figura 7: Percentual das classes de uso do solo observadas entre 2013 e 2015 para o mosaico de unidades de conservação da região de Buritis e a zona de 20 km de seu entorno.

8. CONCLUSÕES

Os dados disponibilizados pelo PRODES apresentaram elevada acurácia em sua classificação, o que faz com que ele seja um mecanismo eficiente no que tange à disponibilidade de informações acerca do desmatamento na Amazônia Legal, bem como das Unidades de Conservação. Apesar da elevada acurácia na validação da classificação do PRODES ficou evidente que ele não é uma ferramenta muito eficiente na detecção de informações muito detalhadas ou de áreas pequenas, como no exemplo da classe de hidrografia.

Os desmatamentos observados nas unidades de conservação entre 2013 e 2015 indicam que a maior pressão antrópica ocorreu na APA/FERS do rio Pardo com áreas desmatadas de 910,9 km², que representa 63% de sua área total, e na RESEX Jaci-Paraná com 724,9 km² de área desmatada, o que representa 36,3% de sua área total. Os dados de desmatamento no Parque Estadual de Guajará-Mirim mostraram que essa é a área que se apresenta em ameaça de descaracterização ou diminuição de suas áreas. Ameaça semelhante foi observada por Pedlowski et al. (2005), que acabou culminando na redução da FLONA Bom Futuro em 2010, e mostra que se as devidas medidas não forem tomadas a ameaça poderá se concretizar mais uma vez.

Não foi observado aumento substancial do desmatamento na área do entorno do mosaico de UC na região de Buritis. Neste caso, vale observar que esta área está bastante antropizada, o que parece ter sido a grande limitação para a continuidade da expansão do desmatamento no período de estudo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEB -Agência Espacial Brasileira. **Projeto PRODES vigia a Amazônia a 25 anos.** 3 de setembro de 2013. Disponível em:<<http://www.aeb.gov.br/projeto-prodes-vigia-a-amazonia-ha-25-anos/>>. Último acesso em 13 de agosto de 2016.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, N; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; PACHECO, P; DIAZ, M. D. C. V e FILHO, B. S. **Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica.** Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), 2004, 89 p.
- Arquivo Fotográfico de Rolim de Moura – AFOTRM. **Aspectos Físicos de Rondônia.** Disponível em:<<http://www.afotorm.com.br/html/historia/rondonia/aspecto-fisico-rondonia.html>>. Último acesso em 20 de agosto de 2016.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, - incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- CHRISTOPHER, P.B. et. al., **Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon.** Austrália, 2014.
- Cidade Brasil. **Município de Buritis.** Disponível em:<<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-buritis.html>>. Último acesso em 09 de agosto de 2016.
- COCHRANE, M.A. **Fire science for rainforests.** Nature, vol 42. 2003
- CRUZ, C.C.S, et. al. **TRAÇADO DA ESTRADA-PARQUE 421: RONDÔNIA E SUA RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.681-686, 2014.
- EMBRAPA e INPE. **Levantamento de informação de uso e cobertura da terra na Amazônia - 2010.** Brasil, 2013.
- ESCADA, M, I, S., MAURANO, L, E., SILVA, J, H, G., **Dinâmica do desmatamento na área de influência das usinas hidroelétricas do complexo do rio Madeira, RO.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Foz do Iguaçu, PR. Brasil. 2013.
- FEARNSIDE, P. M. **Rondônia: estradas que levam à devastação.** Ciência Hoje, n. 11, v.61, p.46-52. 1990.

- FEARNSIDE, P.M. & FERREIRA, G.L., “**Roads in Rondônia: Highway Construction and the Farce of Unprotected Reserves in Brazil’s Amazonian Forest**”, *Environmental Conservation*. 11:358-360. 1984.
- FEARNSIDE, P.M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências**. *Revista Megadiversidade*, v 1, p. 113-123, 2005.
- Fearnside, P.M. Frenesi de Desmatamento no Brasil: **A Floresta Amazônica Irá Sobreviver?** pp. 45-57 In: G. Kohlhepp and A. Schrader (eds.) *Homem e Natureza na Amazônia*. Tübinger Geographische Studien 95 (Tübinger Beiträge zur Geographischen Lateinamerika-Forschung 3). Geographisches Institut, Universität Tübingen, Tübingen, Germany. 507 pp. 1987.
- FEARNSIDE, P.M. **A floresta Amazônia nas mudanças globais**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), 2003, 134 p.
- FERREIRA, L. V., VENTICINQUE, E., ALMEIDA, S. **O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas**. *Estud. av.* vol.19 no.53 São Paulo Jan./Apr. 2005.
- FRANÇA, D.A., FERREIRA, N.J. **Consideração sobre o uso de Satélites na detecção e avaliação de queimadas**. *Anais, XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Goiânia. 2017-2023. 2005.
- Fundo Amazônia. **Detalhamento das Ações de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal: Estratégias, metas e políticas do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAM**. Disponível em: <<http://www.fundoamazonia.gov.br/>>. Último acesso em 14 de agosto de 2016.
- GENTRY, A. H. (1988). Tree species richness of upper Amazonian forests. **PNAS**. 85(1):156-159.
- HOUGHTON, R.A. **Tropical deforestation as a source of greenhouse gases**. In “Tropical Deforestation and Climate Change” Edited by P. Moutinho and S. Schwartzman. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) e *Environmental Defense* (ED). 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cadastro de Municípios localizados na Amazônia Legal**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/>>. Último acesso em 12 de agosto de 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estados: Rondônia**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ro>>. Último acesso em 12 de agosto de 2016.

- INPE. Coordenação-Geral de Observação da Terra- OBT. **MAPEAMENTO DA DEGRADAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA DEGRAD.** 2013.
- INPE. Coordenação-Geral de Observação da Terra- OBT. **Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite.** Disponível em:<<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Último acesso em 13 de agosto de 2016.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Dados TerraClass 2010.** Disponível em:<http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2010.php>. Último acesso em 14 de agosto de 2016.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Sistema DETER.** Disponível em:<http://www.inpe.br/noticias/busca_noticias_res.php>. Último acesso em 12 de agosto de 2016.
- INPE. **Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal.** Coordenadoria Geral de Observação da Terra Programa Amazônia – Projeto PRODES. São José dos Campos, 30 de outubro de 2013.
- INPE. **Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia por Satélites.** São José dos Campos- SP: Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2008. 179 p.
- INPE. **PRODES - Desflorestamento nas Unidades de Conservação na Amazônia Leal.** Disponível em:<<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesuc.php>>. Último acesso em 12 de agosto de 2016.
- ISA. Instituto Socioambiental. **RESEX Jaci Paraná.** Disponível em:<<https://uc.socioambiental.org/pt-br/uc/3172>>. Último acesso em 14 de agosto de 2016.
- ISA. Instituto Socioambiental. **PES de Guajará - Mirim.** Disponível em:<<https://uc.socioambiental.org/uc/2747>>. Último acesso em 09 de agosto de 2016.
- LAURANCE, W.F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P. M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S. e FERNANDES, T. **"The Future of the Brazilian Amazon"**. *Science* 291, 2001, pp. 438-439.
- MENESES, P.R., et al., **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** UnB, Brasília, 2012.
- Ministério de Meio Ambiente - MMA. **Unidades de Conservação - FLORESTA NACIONAL DE BOM FUTURO.** Disponível em:<<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado>>.

exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=116>. Último acesso em 10 de agosto de 2016.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPAS)**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/sca/arpa/>>. Último acesso em 12 de agosto de 2016.

NOBRE, A.D, **O Futuro Climático da Amazônia, Relatório de Avaliação Científica**. Patrocinado por ARA, CCST-INPE, e INPA. São José dos Campos, Brasil, 42p, 2014.

NOVAIS, J.M. **Avaliação da manutenção dos recursos naturais na Floresta Nacional do Bom futuro e seu entorno, localizada na região noroeste do Estado de Rondônia**. 65 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental), Fundação Universidade Federal de Rondônia, Campus de Ji – Paraná, RO. 2013.

NUNES, D, D. **Desmatamento e Unidades de Conservação em Rondônia**. Revista de Educação, Cultura e Meio Ambiente. Dezembro, nº 10, volume I. 1997.

NUNES, D.D. **Gestão Ambiental em Rondônia: políticas públicas em unidade de conservação - o caso Cuniã**. São Paulo, Dissertação de Mestrado, FFLCH/DG/USP, 1996.

PEDLOWSKI, M.A., DALE, V., MATRICARDI, E.A.T. **A criação de áreas protegidas e os limites da conservação ambiental em Rondônia**. Ambiente de Sociedade, ano II, nº 5. 1999.

PEDLOWSKI, MA.A. et al. **Conservation units: a new deforestation frontier in the Amazonian state of Rondônia, Brazil**. Environmental Conservation 2005.

PIONTEKOWSKI, V.J., MATRICARDI, E.A.T., PEDLOWSKI, M.A., FERNANDES, L.C. **Avaliação do desmatamento no estado de Rondônia entre 2001 e 2011**. 21(3): 297-306. 2014.

PIRES, J.M. **Estudos dos principais tipos de vegetação do estuário amazônico**. Piracicaba, 1972, 183p.

POLIDORIO, A, M., IMAI, N, N., TOMMASELLI, A, M, G., **Índice Indicador de Corpos d'água para Imagens Multiespectrais**. I Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife-PE. 9p. 2004. Disponível em:<<https://www.ufpe.br/cgtg/ISIMGEO/CD/>>. Último acesso em 6 de dezembro de 2016.

RONDÔNIA. (Estado). **Lei Complementar nº. 762, de 27 de fevereiro de 2014. Dispõe sobre a instituição e implantação de estrada-parque em Unidades de Conservação e dá outras providências**. Acessado em 12 de agosto de 2016. Disponível em:<<http://ditel.casacivil.ro.gov.br>>. Último acesso em 12 de agosto de 2016.

SILVA, C.V da . **Geoprocessamento com utilização do satélite landsat 5 TM para estudo de caso do município de Betim**. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2012/02/14/geoprocessamento-com->

utilizacao-do-satelite-landsat-5-tm-para-estudo-de-caso-do-municipio-de-betim/>. Último acesso em 14 de agosto de 2016.

SISTEMA de Alerta de Desmatamento - SAD. Disponível em:<http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/transparencia_florestal/SAD%20agosto%202016.pdf>. Último acesso em 29 de novembro de 2016.